第 13 講　ニューロンと神経系

PART1　ニューロンの興奮

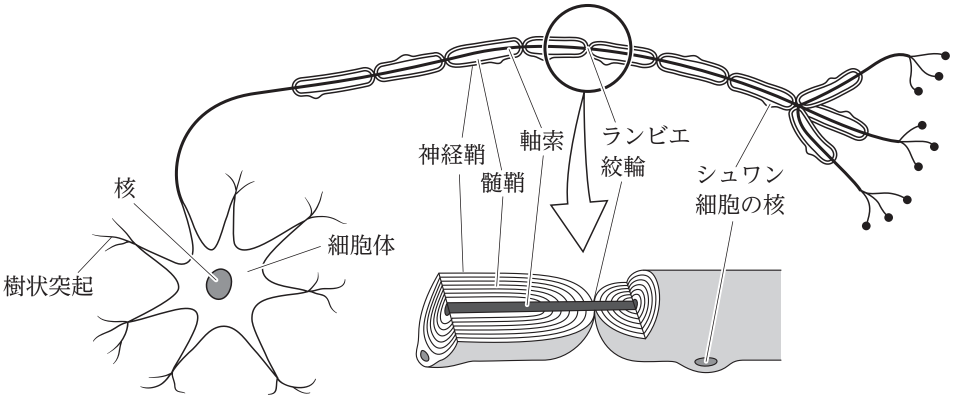
目標
・ニューロンの構造を把握する。
・ニューロンの興奮について理解する。

Chapter1　ニューロンと神経系

◆ ニューロン

神経細胞は（　　　　　　　）とよばれ，核のある（　　　　　），細長く伸びた（　　　　），多数の（　　　　　　）からなる。軸索はほかのニューロンや効果器に信号を伝えるはたらき，樹状突起はほかのニューロンからの信号を受け取るはたらきをもつ。

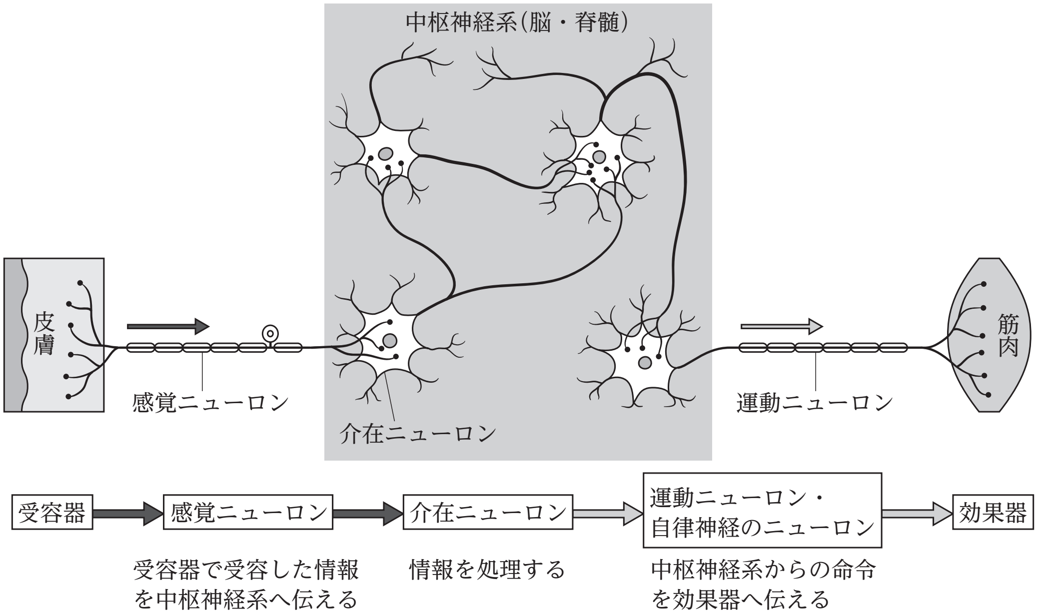
軸索の一部はシュワン細胞などでできた（　　　　　）で包まれており，細く伸びる構造を（　　　　　　）という。神経鞘の細胞膜部分が軸索を取り巻くことで（　　　　）が形成される場合があり，髄鞘のない部分は（　　　　　　　）とよばれる。



（　　　　　　　　）：髄鞘をもつ神経繊維。脊椎動物の神経の多くが有髄神経繊維である。
（　　　　　　　　）：髄鞘のない神経繊維。無脊椎動物の神経はすべて無髄神経繊維である。

◆ 神経系

ニューロンは，体内でネットワークを形成し，さまざまな情報を伝えている。



受容器によって受け取られた刺激は，（　　　　　　　）によって脳や脊髄などの中枢神経系に伝えられ，情報が統合，処理される。さらに（　　　　　　　）などを介して効果器にまで伝わる。

感覚ニューロン：感覚神経を構成するニューロン。

介在ニューロン：中枢神経系を構成するニューロン。

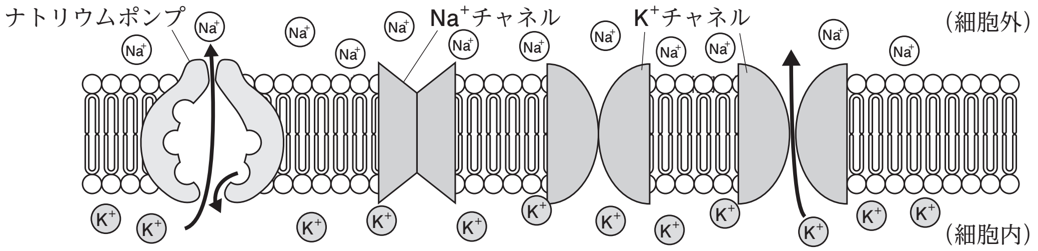
運動ニューロン：運動神経を構成するニューロン。

Chapter2　ニューロンの興奮

　ニューロンの細胞膜にはさまざまな輸送タンパク質があり，それらのはたらきによって細胞膜の内外にはさまざまなイオンの濃度勾配が形成されている。電荷をもったイオンの濃度差によって膜内外では電位差，すなわち（　　　　　　）が形成されている。

◆ 静止電位

　軸索の細胞膜にはナトリウムポンプが存在し，そのはたらきによって Na^+ が細胞外に，K^+ が細胞内に能動輸送されている。ニューロンが刺激を受けていない状態では，一部のカリウムチャネルによって K^+ が細胞外に漏洩しているため，細胞外に対して細胞内の電位が負になっている。このような膜電位は（　　　　　　）とよばれる。



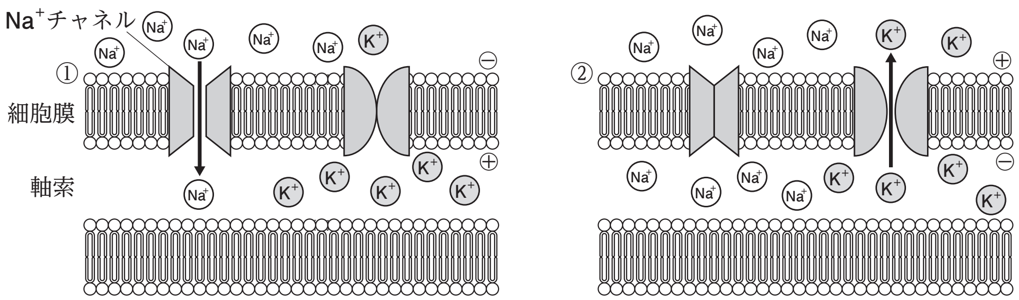
◆ 活動電位

① ニューロンに刺激が与えられると，ナトリウムチャネルが開く。Na^+ が細胞内に流入し，細胞内の電位が相対的に正になる。

② ナトリウムチャネルが閉じて，すぐにカリウムチャネルが開く。その結果，K^+ が細胞外に流出し，再び細胞内の電位が負になる。

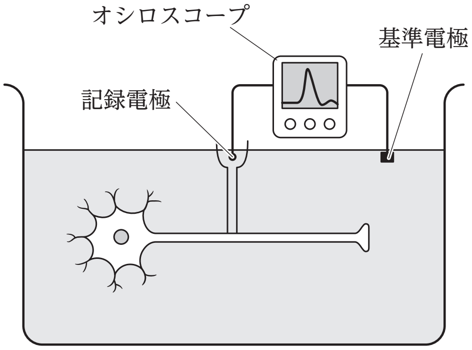
③ 活動電位が発生した直後の部位では，ニューロンはしばらく興奮が生じない状態になり，これを（　　　　　）という。

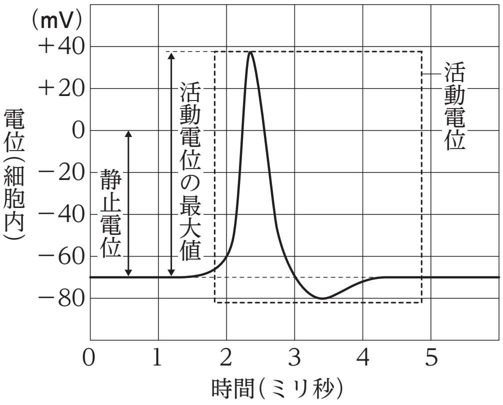
　①と②による一連の膜電位の変化を（　　　　　　）といい，活動電位が発生することを（　　　　）という。



◆ 膜電位の測定

細胞外に基準となる電極を置き，細胞内に記録電極を挿入することで膜電位を測定することができる。



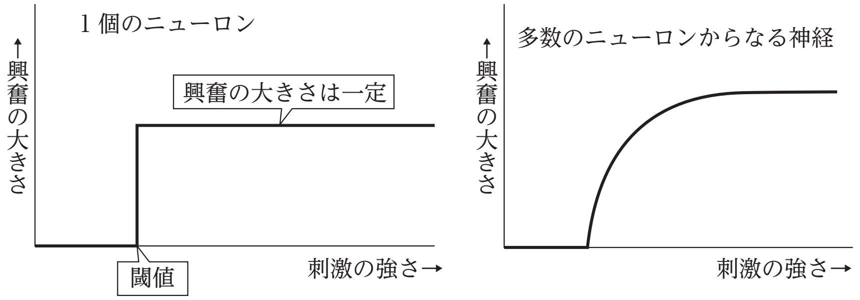


Chapter3　ニューロンと閾値

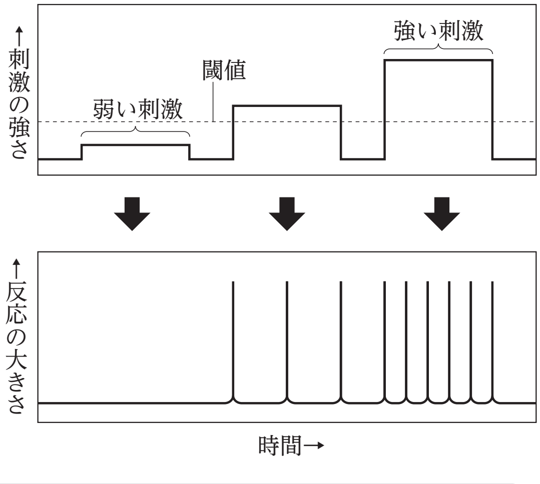
◆ 閾値と全か無かの法則

ニューロンを刺激しても，刺激の強さが一定の値よりも小さい場合はニューロンに興奮は生じない。一方で，刺激の強さが一定の値以上であれば一定の大きさの興奮が生じる。興奮が生じる最小限の刺激の強さを（　　　　）といい，このようなニューロンの性質を（　　　　　　　）法則という。

多数のニューロンの束である神経を刺激した場合，各ニューロンの閾値がそれぞれ異なるため，刺激が強くなるほど興奮するニューロンの本数が増え，全体として大きな反応を示すことになる。そのため，神経では，全か無かの法則は成り立たない。



また，ニューロンに閾値以上の強さで持続的な刺激を与えた場合，刺激が強くなるほど発生する興奮の頻度が高くなる。



まとめ

・ニューロンは細胞体，軸索，樹状突起からなり，軸索は髄鞘を伴う場合がある。

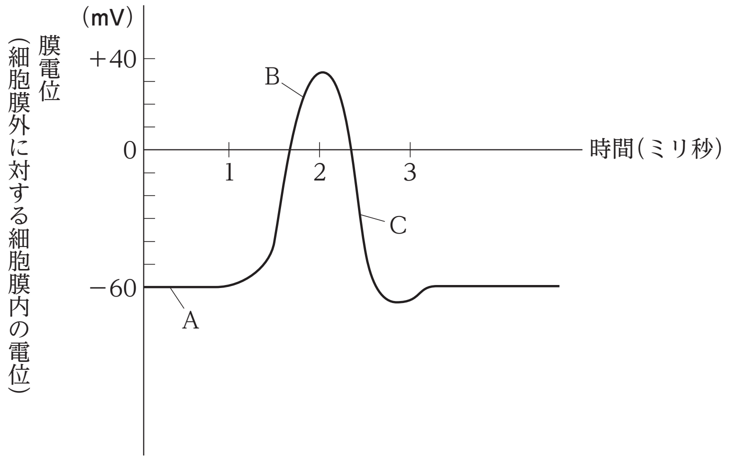
・ニューロンが刺激されると，Na^{+} の流入から始まる活動電位が発生する。

Chapter4　演習問題

問　ニューロン（神経細胞）は，核がある（　ア　）とそこから伸びる突起からなる。（　ア　）から伸びる突起のうち，次のニューロンや効果器に信号を伝えるのが（　イ　）で，ほかのニューロンの信号を受けとる多数の短い突起が（　ウ　）である。感覚ニューロンや運動ニューロンの（　イ　）は，（　エ　）細胞でできた（　オ　）で包まれている。（　オ　）には 1 個の（　エ　）細胞が軸索に何層にも巻き付いた部分があり，これを（　カ　）という。

⑴　文章中の空欄（　ア　）～（　カ　）に入る最も適切な語句を答えよ。

⑵　ニューロンに刺激を与えると，図に示すような膜電位の変化が生じる。これに関する記述として正しいものを，下の①～⑤のうちから一つ選べ。



① A における膜電位は，おもに Na^+ の受動輸送によって生じる。
② B における膜電位の変化は，おもに K^+ の受動輸送によって生じる。
③ C における膜電位の変化は，おもに K^+ の能動輸送によって生じる。
④ 静止電位は約－ 60mV である。
⑤ 活動電位の最大値は約 40mV である。

第13講　PART1　確認問題

問1　神経系を構成する (a)ニューロンは，核のある（　ア　）とそこから伸びる軸索，多数の（　イ　）からなる。軸索はシュワン細胞でできた（　ウ　）で包まれており，（　ウ　）の細胞膜部分が何重にも軸索を取り巻くことで，(b)髄鞘が形成される場合がある。

(1)　下線部 (a) について，ニューロンは3つに大別される。中枢神経系を構成するニューロンとして最も適当なものを，次の①～③のうちから一つ選べ。

①　感覚ニューロン　　②　介在ニューロン
③　運動ニューロン

(2)　文中の（　ア　）に当てはまる語句として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　樹状突起　　②　神経繊維
③　神経鞘　　④　細胞体

(3)　文中の（　イ　）に当てはまる語句として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　樹状突起　　②　神経繊維
③　神経鞘　　④　細胞体

(4)　文中の（　ウ　）に当てはまる語句として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　樹状突起　　②　神経繊維
③　神経鞘　　④　細胞体

(5) 下線部 (b) について，髄鞘のない部分を何というか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

① 受容器　　② ランビエ絞輪
③ 効果器　　④ 盲斑

問２　ニューロンが刺激されると，(　ア　) が細胞内に流入して，細胞内の電位が相対的に正になる。次に，(　イ　) が細胞外に流出して，細胞内の電位が負になる。このような一連の膜電位の変化を (　ウ　) という。

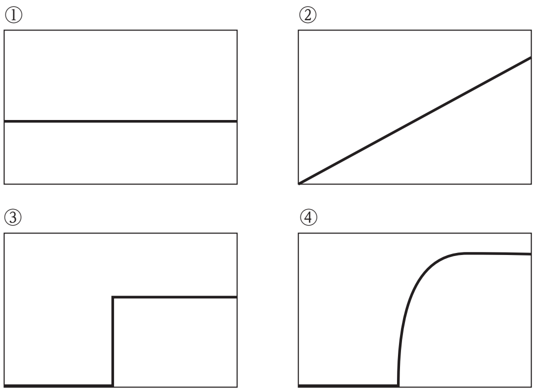
(1) 文中の (　ア　)，(　イ　) に当てはまるイオンの組合せとして最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

① ア：Na^+　イ：Ca^{2+}
② ア：Na^+　イ：K^+
③ ア：K^+　イ：Na^+
④ ア：K^+　イ：Ca^{2+}

(2) 文中の (　ウ　) に当てはまる語句として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

① 不応期　　② 静止電位
③ 活動電位　　④ 興奮

問３　神経束を刺激したときの，刺激の強さ (横軸) と興奮の大きさ (縦軸) を表したグラフとして最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。



第13講　ニューロンと神経系

PART1　ニューロンの興奮

(1)　ア：細胞体　　イ：軸索　　ウ：樹状突起

　　エ：シュワン　オ：神経鞘　カ：髄鞘

(2)　④

PART2　興奮の伝導と伝達

問1　ア：正　イ：負　ウ：静止　エ：活動　オ：伝導

問2　ア：カルシウム　イ：シナプス小胞　ウ：神経伝達物質　エ：ナトリウム

PART3　神経系

問1　ア：脊髄　イ：末しょう　ウ，エ：感覚，運動（順不同）

問2　(1)　ア：④　イ：②　ウ：③　エ：⑤

　　(2)　ア：⑥　イ：④　ウ：③　エ：⑤

第13講　PART1　確認問題　解答

問1

（1）②

解説：
感覚神経を構成するニューロンが感覚ニューロン，中枢神経系を構成するニューロンが介在ニューロン，運動神経を構成するニューロンが運動ニューロンである。

（2）④

解説：
ニューロンは，核のある細胞体と，細胞体から伸びる多数の突起からなる。

（3）①

解説：
軸索は細胞体から細長く伸びた突起で，樹状突起は細胞体から枝分かれした短い突起である。

（4）③

解説：
軸索の多くはシュワン細胞でできた神経鞘で包まれている。

（5）②

解説：
髄鞘がない部分はランビエ絞輪とよばれる。

問 2

(1)　②

解説：
ニューロンが刺激されると，まずナトリウムチャネルが開き，Na^{+} が細胞内に流入する。次に，ナトリウムチャネルが閉じて，カリウムチャネルが開き，K^{+} が細胞外に流出する。

(2)　③

解説：
活動電位が発生することを興奮という。

問 3　④

解説：
神経では全か無かの法則は成り立たず，刺激が強くなるほど興奮するニューロンの本数が増え，全体として大きな反応を示す。